

Study of Viscosity Measurement by Curved Vibrating Wire Method

Saudiah Mawaddah*, ElinYusibani, Evi Yufita

Jurusan Fisika Fakultas MIPA, Universitas Syiah Kuala,
Banda Aceh 23111, Indonesia

Received September, 2015, Accepted October, 2015

A simple and compact sensor has been designed for measuring a viscosity of a fluid. The sensor consists of a magnet and a curved thin wire made of copper. The function generator supplies a frequency and the voltage output was reading by the lock-in amplifier. The measuring voltages were analyzed by the curve fitting method numerically.

Keywords: curved vibrating wire, viscosity, effective diameter, air, water

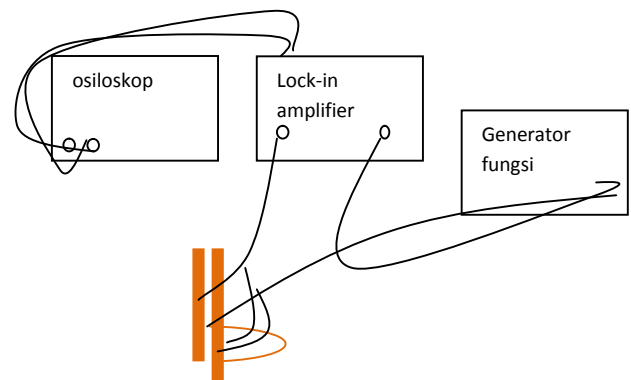
Pendahuluan

Viskositas adalah tahanan aliran, sifat fisik suatu bahan yang bergantung pada gesekan antar molekul komponennya saat molekul tersebut saling meluncur satu dengan lainnya. Viskositas dapat diukur menggunakan alat yang diberi nama viskometer. Adakalanya alat viskositas yang tersedia memerlukan sampel yang banyak untuk pengukuran. Namun seringkali sampel yang tersedia untuk diukur memiliki keterbatasan jumlahnya. Mengingat data viskositas sangat dibutuhkan di berbagai bidang keilmuan, maka perlu dibuatnya suatu alat pengukuran viskositas yang sederhana, efektif, murah dan menggunakan sampel yang sedikit. Metode *Curve Vibrating Wire* (CVW) merupakan metode yang dipilih, dimana metode ini hanya memerlukan sampel yang sedikit bila dibandingkan dengan metode lainnya selain itu juga sangat sederhana dan efektif. Metode CVW telah berhasil dibuat oleh peneliti lain untuk mengukur viskositas gas dari hidrogen, helium, nitrogen, dan argon dengan ketelitian <1% pada tekanan di bawah 1 MPa (Yusibani, 2013).

Metodologi

Instrumen yang digunakan di dalam metode ini terdiri dari generator fungsi, lock-in amplifier, osiloskop, dan probe. Generator fungsi digunakan sebagai pemberi sinyal frekuensi, lock-in amplifier sebagai penangkap sinyal frekuensi dengan keluaran berupa tegangan, dan osiloskop digunakan sebagai alat untuk melihat bentuk dan besar sinyal gelombang yang dihasilkan, sedangkan probe

merupakan komponen utama dari sensor yang dirancang. Probe terdiri dari kawat melengkung dengan magnet yang berada di kedua sisi kawat. Ketika generator fungsi memberikan sinyal frekuensi kepada probe, maka kawat akan bergetar, selanjutnya lock-in amplifier akan menangkap sinyal frekuensi dan menghasilkan tegangan keluaran. Gambar 1 menunjukkan diagram perancangan di dalam penelitian ini.



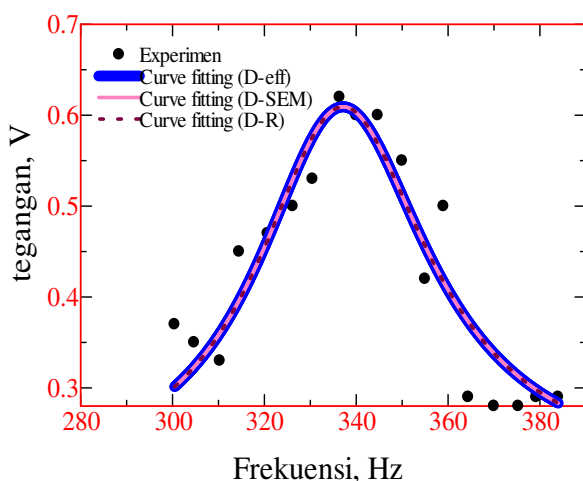
Gb. 1. Diagram perancangan eksperimen

Viskometer kawat melengkung dioperasikan pada mode *forced-oscillated*. Pengaliran arus, $I = I_0 \cos(\omega t)$, dengan pengaruh medan magnet disekitar kawat, menyebabkan kawat mengalami gaya magnetik, sehingga kawat berosilasi. Osilasi pada kawat inilah yang kita manfaatkan untuk mengukur viskositas fluida. Gaya geser (*drag*) timbul karena osilasi kawat teredam disebabkan fluida yang diuji mempunyai kekentalan tertentu, semakin tinggi nilai kekentalannya maka redamannya akan semakin

besar. Dengan menggunakan kaidah hukum Newton ke II nantinya akan didapatkan hubungan antara gaya bolak balik kawat dengan hasil pengukuran berupa tegangan. Dengan bantuan metode *curve fitting*, maka viskositas sampel dapat ditentukan berdasarkan persamaan matematika tertentu (Mawaddah, 2015).

Hasil dan Pembahasan

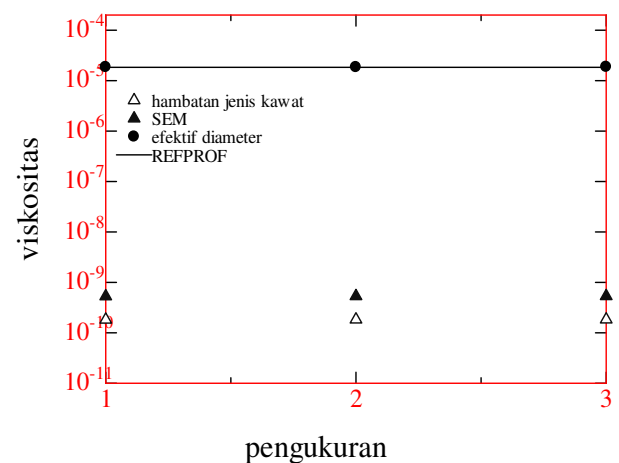
Pengukuran diameter dari kawat sangat penting dilakukan karena parameter tersebut sangat mempengaruhi hasil perhitungan viskositas (η). Penentuan diameter kawat pada penelitian ini dilakukan dengan dua cara, yakni: Uji *Scanning Electron Mikroskop* (SEM) dan hambatan kawat. Terdapat perbedaan dari hasil pengujian SEM dan hambatan kawat, yakni mencapai $36 \mu\text{m}$ atau sebesar 38%. Hal ini diasumsikan karena adanya ketidakakuratan instrumentasi pengukuran hambatan kawat dan ketidakpastian panjang kawat ataupun kawat yang digunakan memiliki impuritas tertentu.



Gb. 2 Perbandingan hasil pengukuran udara

Kurva garis berwarna biru merupakan perhitungan untuk udara di Lab. GOAL, FMIPA, Unsyiah, menggunakan data diameter efektif kawat, kurva merah muda merupakan kurva berdasarkan data diameter kawat hasil uji SEM, sedangkan kurva garis putus-putus warna ungu merupakan kurva perhitungan dari diameter hambatan kawat. Dari kurva hasil *curve fitting*, tidak terlihat adanya perbedaan bentuk dan ukuran, dikarenakan f_{natural} untuk setiap pengukuran memiliki nilai yang sama.

Perbandingan nilai viskositas yang didapat dari setiap perhitungan terhadap REFPROP menunjukkan bahwa hasil uji SEM lebih baik dari pada hambatan jenis kawat (Gb. 3). Nilai viskositas yang mendekati nilai viskositas dari REFPROP merupakan perhitungan viskositas menggunakan diameter efektif. Diameter efektif merupakan diameter yang dipakai oleh sistem dikarenakan sistem sudah dipengaruhi oleh keadaan sekitarnya (Mawaddah, 2015).



Gb. 3. Perbandingan nilai viskositas

Kesimpulan

Telah dipelajari sebuah sensor viskositas berdasarkan metode kawat tipis melengkung bergetar (*Curved Vibrating Method*). Berdasarkan hasil eksperimen pada penelitian ini didapat bahwa diameter efektif dari sistem memberikan nilai terbaik dari viskositas dibandingkan dengan REFPROP, lalu disusul dengan pengukuran diameter oleh SEM.

Daftar Pustaka

Mawaddah, Saudiah, (2015), "*Perancangan Sensor Viskositas Menggunakan Kawat Tipis Melengkung Bergetar (Curve Vibrating Wire)*". Skripsi Sarjana Jurusan Fisika FMIPA Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Yusibani, Elin, Woodfield, Peter Lyod, Shinzato, Kanei, Takata Yasuyuki, Kohno Masamichi. (2013), "*A Compact Curved Vibrating Wire Technique For Measurement of Hydrogen Gas Viscosity*". Experimental Thermal and Fluid Science, Vol. 47, pp. 1-5.